
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 2004/2005

Oktober 2004

EKC 313 – Proses Pemisahan

Masa : 3 jam

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi LAPAN muka surat yang bercetak dan TIGA muka surat Lampiran sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Arahan: Jawab mana-mana **LIMA** (5) soalan.

[Sekiranya anda menjawab soalan No. 4, anda mesti melukis garis binaan pada Gambarajah 4.1 dan lampirkan Gambarajah 4.1 bersama skrip jawapan.]

[Sekiranya anda menjawab soalan No. 5, anda mesti melukis garis binaan pada Gambarajah 5.1 dan 5.2 dan lampirkan bersama skrip jawapan.]

Pelajar boleh menjawab semua soalan dalam Bahasa Malaysia. Jika pelajar ingin menjawab dalam Bahasa Inggeris, pelajar hendaklah menjawab sekurang-kurangnya SATU soalan dalam Bahasa Malaysia.

Jawab mana-mana LIMA soalan
Answer any FIVE questions.

1. [a] Terangkan dengan panduan satu gambarajah, sebutan-sebutan:-

- [i] kandungan lembapan keseimbangan
- [ii] kandungan lembapan genting
- [iii] kala pengeringan kadar jatuh
- [iv] kala pengeringan kadar malar

[8 markah]

[b] Senaraikan empat kaedah pengeringan.

[2 markah]

[c] Satu pepejal berbutir dikeringkan daripada 50% lembapan kepada 5% lembapan di dalam terowong pengering. Di bawah keadaan yang sama, satu sampel bahan tersebut telah dikeringkan daripada 50% kepada 10% lembapan dalam 2.5×10^4 s. Kandungan-kandungan lembapan genting dan keseimbangan masing-masing ialah 12% dan 3%. Berapa lamakah operasi pengeringan diperlukan sekiranya semua kandungan lembapan diberikan dalam asas kering?

[10 markah]

1. [a] Explain with the aid of a diagram, the terms:

- [i] equilibrium moisture content
- [ii] critical moisture content
- [iii] falling rate drying period
- [iv] constant rate drying period

[8 marks]

[b] List down four methods of drying.

[2 marks]

[c] A granular solid is to be dried from 50% moisture to a 5% moisture in a tunnel dryer. Under identical conditions, a sample of the material has been dried from 50% to 10% moisture in 2.5×10^4 s. The critical and equilibrium moisture contents are 12% and 3%, respectively. How long will the desired drying operation take, if all moisture contents quoted are on a dry basis?

[10 marks]

2. Satu menara penyejukan air berlawanan arus digunakan untuk menyejukkan 1.0 kg/s air daripada 45 kepada 30°C. Keadaan udara di bawah menara ialah 24°C bebuli kering dan 21°C bebuli basah. Kirakan:

[a] kadar udara minimum yang boleh digunakan

[10 markah]

[b] bilangan unit pindah sekiranya 1.5 kali ganda kadar udara minimum digunakan

[10 markah]

Data : Haba tentu air = 4.2 kJ/kg.°C.

Data entalpi – suhu untuk campuran udara-air tepu:

Suhu, °C	20	30	40	45
Entalpi ketepuan kJ/kg udara kering	58	100	168	216

$N_{oy} = (H_2 - H_1)/\Delta H_L$, di mana N_{oy} = Bilangan bagi keseluruhan unit pindah gas.

H = Entalpi udara, ΔH_L = Log min bagi ΔH .

2. A countercurrent water-cooling tower is used to cool 1.0 kg/s water from 45 to 30°C. The condition of air at the bottom of the tower is 24°C dry bulb and 21°C wet bulb. Calculate :

[a] the minimum air rate that can be used.

[10 marks]

[b] the number of transfer units if 1.5 times the minimum air rate is used.

[10 marks]

Useful data: Specific heat of water = 4.2 kJ/kg.°C.

Enthalpy - temperature data for saturated air water mixtures:

Temperature, °C	20	30	40	45
Saturation Enthalpy kJ/kg dry air	58	100	168	216

$N_{oy} = (H_2 - H_1)/\Delta H_L$, where N_{oy} = Number of overall gas transfer units

H = Enthalpy of air, ΔH_L = Log mean of ΔH

3. [a] Terangkan sebutan-sebutan berikut dengan merujuk kepada proses-proses penjerapan:-

[i] titik pecah / titik putus

[2 markah]

[ii] garis sesuhu penjerapan

[2 markah]

[iii] penjanaan semula

[2 markah]

...4/-

- [b] Metil etil keton (MEK) adalah dipulihkan daripada alur udara pada 35°C dan 1 bar dengan penjerapan pada karbon teraktif. Aliran udara ialah 0.6 m³/s, dan udara tersebut mengandungi 15 moles MEK/10,000 mol udara. Tempoh kendalian bagi setiap kitar penjerapan yang diperlukan sekurang-kurangnya 10 jam selepas lapisan itu dijanakan. Penjanaan akan diberhentikan apabila beban bahan yang dijerap (W) ialah ¼ daripada bebanan pada ketepuan penuh (W_{sat}).

Satu plot korelasi penjerapan teritlak bagi karbon teraktif telah diberikan. **[Gambarajah 3.1 diberikan pada mukasurat 1 di bahagian Lampiran].**

Anggarkan isipadu bagi lapisan karbon teraktif yang perlu digunakan. Andaikan ketumpatan pukal bagi karbon teraktif ialah 480.5 kg/m³.

Data : Isipadu udara pada STP = 22.4 m³/kmol
 Isipadu molal bagi cecair MEK = 111.3 cm³/g mol
 Fugasiti (f_s) bagi MEK tepu pada 35°C = 151 mmHg
 Berat molekul bagi MEK = 72.1

[14 markah]

3. [a] *Explain the following terms with reference to the adsorption processes :*

[i] *Break point*

[2 marks]

[ii] *Adsorption Isotherm*

[2 marks]

[iii] *Regeneration*

[2 marks]

- [b] *Methyl ethyl ketone (MEK) is to be recovered from an air stream at 35°C and 1 bar by means of adsorption on activated carbon. The air flow is 0.6m³/s, and the air has 15 moles MEK/10,000 moles of air. The desired operational time for the adsorption for each cycle should be at least 10 h after which the bed is regenerated. The regeneration is stopped when the adsorbate loading (W) is 1/4 of the loading at complete saturation (W_{sat}).*

A plot of the generalized adsorption correlation of the activated carbon is supplied. [Figure 3.1 given in page 1 of the Appendix].

Estimate the volume of the activated carbon bed that should be used? Assume the bulk density of the activated carbon is 480.5 kg/m³.

Useful data: Volume of air at STP = 22.4 m³/kmol
 Molal volume of liquid MEK = 111.3 cm³/g mol
 Fugacity (f_s) of saturated MEK at 35°C = 151 mmHg
 Molecular weight of MEK = 72.1

[14 marks]

4. Aseton (A) dipulihkan daripada campuran Aceton dengan komponen (B) yang lain dengan Metil Isobutil Keton (MIK) sebagai pelarut pada suatu suhu malar. Penyarian tersebut adalah satu proses bertentangan arus. Suapan mengandungi 45% Aseton dan 55% komponen B. Nisbah jisim bagi suapan kepada pelarut ialah 1.0. Rafinat tidak sepatutnya mengandungi lebih daripada 0.02 nisbah jisim Aceton.

[a] Andaikan komponen B dan MIK adalah cecair tak boleh campur,

[i] kirakan komposisi ekstrak tersebut

[5 markah]

[ii] anggarkan peringkat unggul minimum yang diperlukan

[10 markah]

[b] Andaikan komponen B dan MIK adalah cecair boleh campur, anggarkan pecahan Aseton dalam ekstrak bagi operasi peringkat tunggal.

[5 markah]

Data keseimbangan: (pecahan jisim Aseton dalam fasa kaya MIK bertentangan pecahan jisim Aceton dalam fasa kaya komponen B bagi sistem Aseton – MIK – komponen B pada suhu operasi diberikan seperti berikut:-

x_A	0.0	0.012	0.1	0.2	0.3	0.4	0.48 (titik plait)
y_A	0.0	0.02	0.17	0.3	0.4	0.46	0.48

Di mana x_A dan y_A adalah pada keseimbangan pecahan jisim Aseton dalam fasa rafinat dan fasa ekstrak masing-masing.

[Sekiranya anda menjawab soalan 4, anda mesti melukis garis binaan pada Gambarajah 4.1, dan lampirkan Gambarajah 4.1 bersama skrip jawapan.]

4. Acetone (A) is to be recovered from a mixture of acetone with another component (B) by means of Methyl Isobutyl Ketone (MIK) as a solvent at a constant temperature. The extraction is a countercurrent process. The feed consists of 45% acetone and 55% component B. The mass ratio of the feed to the solvent is equal 1.0. The raffinate should not consist more than 0.02 mass fraction of Acetone.

[a] Assuming that component B and MIK are practically immiscible,

[i] determine the composition of the extract.

[5 marks]

[ii] Estimate the minimum ideal stages required?

[10 marks]

...6/-

- [b] If component B and MIK are assumed to be miscible, estimate the fraction of acetone in the extract for a single stage operation.

[5 marks]

Equilibrium data: (mass fraction of Acetone in MIK rich phase vs mass fraction of Acetone in component B rich phase) for Acetone - MIK - component B system at the working temperature are given below;

x_A	0.0	0.012	0.1	0.2	0.3	0.4	0.48 (plait point)
y_A	0.0	0.02	0.17	0.3	0.4	0.46	0.48

Where x_A and y_A are the equilibrium mass fractions of acetone in the raffinate and extract phases respectively.

[If you answer question 4, you must draw the construction lines on Figure 4.1, and attach Figure 4.1 to the answer script].

5. Suapan bagi penghablur vakum adalah satu larutan MgSO_4 yang mengandungi 45 g pepejal per 100 g air pada 104.4°C (225°F). Vakum di dalam penghablur ditetapkan supaya suhu dalam penghablur ialah 7.2°C (45°F).

- [a] Kirakan jumlah larutan yang disuapkan ke penghablur untuk menghasilkan 900 kg garam epsom ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) per jam.

[7 markah]

- [b] Anggarkan beban penyejukan dalam penghablur

[7 markah]

- [c] Tentukan kadar keluaran produk hablur sekiranya suhu penghablur dikurangkan kepada 0°C .

[6 markah]

Data : $[1 \text{ Btu/lb}] = 4.1868 \text{ kJ/kg}$;

[Sekiranya anda menjawab soalan 5, anda mesti melukis garis binaan pada Gambarajah 5.1 dan 5.2, dan lampirkan bersama skrip jawapan].

5. The feed to a vacuum crystallizer is a solution of MgSO_4 containing 45 g of solid per 100 g of water at 104.4°C (225°F). The vacuum in the crystallizer is maintained so that the temperature within the crystallizer is 7.2°C (45°F).

- [a] Calculate the amount of solution to be fed to the crystallizer to produce 900 kg of epsom salt ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) per hour.

[7 marks]

[b] Estimate the cooling load in the crystallizer.

[7 marks]

[c] Determine the crystalline product output rate if the crystallizer temperature is reduced to 0°C.

[6 marks]

Useful data: $[1 \text{ Btu/lb}] = 4.1868 \text{ kJ/kg}$;

[If you answer question 5, you must draw the construction lines on Figure 5.1 and 5.2, and attach Figure 5.1 and 5.2 in the answer script].

6. Suatu buburan ditapis supaya tempoh mula penapisan dijalankan pada kadar malar dengan pam suapan berfungsi pada keupayaan penuh sehingga tekanan mencecah 4 bar. Kemudian, penapisan dijalankan pada tekanan malar dengan nilai tekanan ini sehingga penghujung penapisan. Operasi kadar malar memerlukan 1200 s dan 30% daripada jumlah cecair turasan telah diperolehi dalam tempoh tersebut. Abaikan rintangan bahantara penapis.

[a] Tentukan jumlah masa penapisan.

[8 markah]

[b] Tentukan masa penapisan dengan pam yang sama bagi muatan harian maksimum. Masa untuk membuang kek, membersihkan dan memasang semula penekan adalah selama 1000 s. [Andaikan tekanan penapisan malar untuk kes ini].

Formula :
$$\frac{dt}{dV} = \frac{\mu}{A\Delta P} \left(\frac{\alpha_C V}{A} + R_M \right) \text{ untuk penapisan.}$$

Di mana:

- t = Masa penapisan
- V = Isipadu cecair turasan pada masa, t
- A = Luas penapisan
- R_M = Rintangan bahantara penapis
- α_C = Rintangan tentu kek
- μ = Kelikatan cecair turasan
- ΔP = Penurunan tekanan

[12 markah]

6. A slurry is filtered so that the initial period of filtration is carried out at a constant rate with the feed pump at full capacity until the pressure reaches 4 bar. Thereafter the filtration is carried out at constant pressure maintained at this value until the end of filtration. The constant rate operation requires 1200s and 30% of the total filtrate is obtained during this period. Neglect the resistance of the filter medium.

[a] Determine the total filtration time.

[8 marks]

[b] Determine the filtration time with the existing pump for the maximum daily capacity. Consider time for removing the cake, washing and reassembling the press is 1000s. [Assume constant pressure filtration for this case].

Useful formula given: $\frac{dt}{dV} = \frac{\mu}{A\Delta P} \left(\frac{\alpha_C V}{A} + R_M \right)$ for filtration.

Where:

t = time of filtration
 V = Volume of filtrate at a time, t
 A = Area of filtration
 R_M = Resistance of the filter medium
 α_C = specific resistance of the cake
 μ = Viscosity of filtrate
 ΔP = Pressure drop

[12 marks]

Lampiran

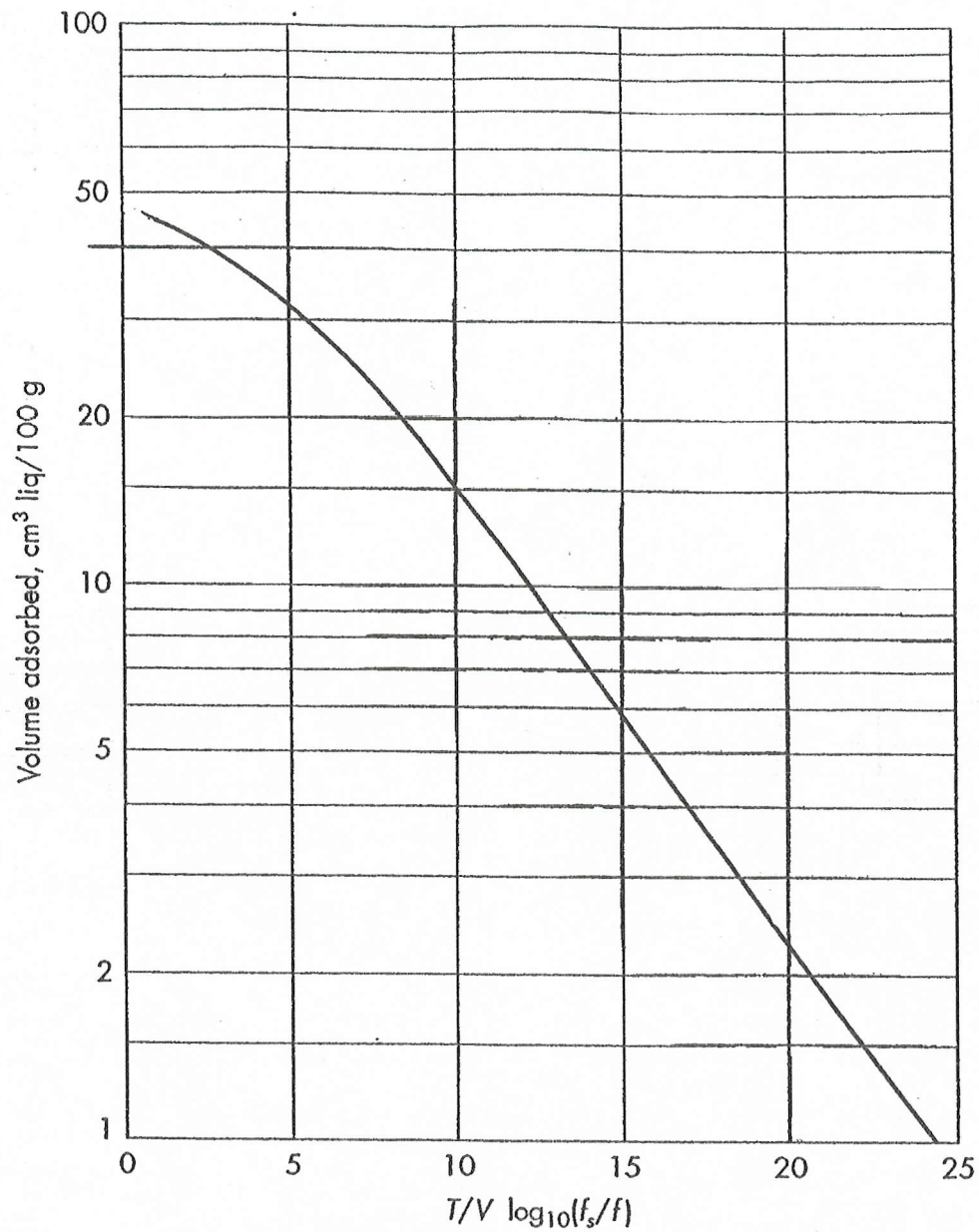


FIGURE 3.1
Generalized Adsorption correlation for the
MEK- Activated Carbon System

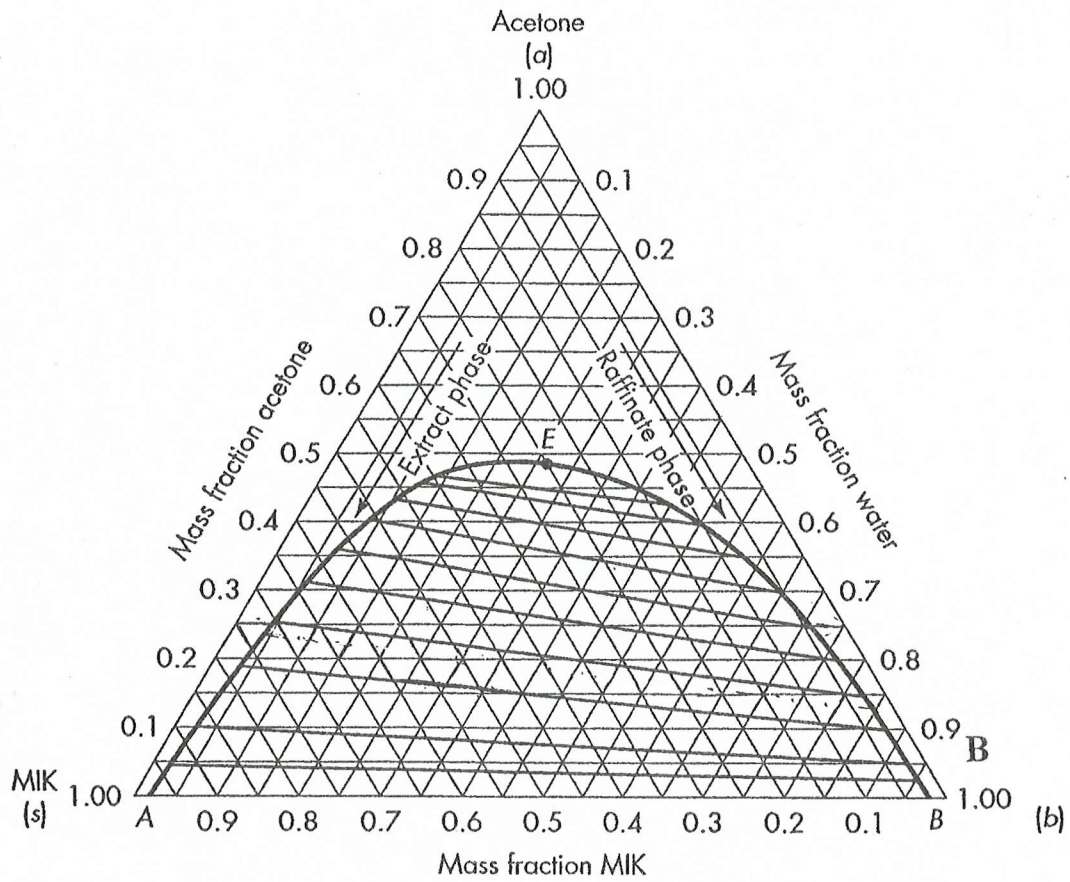


FIGURE 4.1
The Triangular Phase Diagram for the
[Acetone-MIK- B] System

FIGURES FOR QUESTION NO. 5

Notes: (1) 1 Btu/lb = 4.1868 kJ/kg
 (2) Conversion of Fahrenheit (F) to Centigrade (C):
 Use the Formula $[F - 32] / 9 = C / 5$

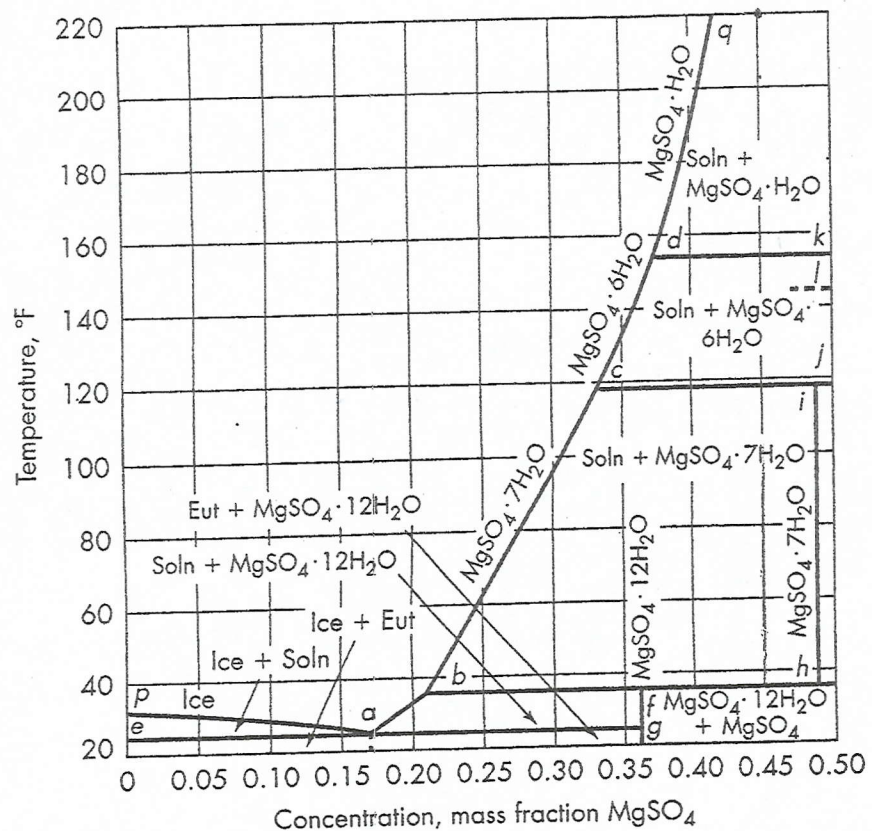


FIGURE 5.1

The Phase Diagram for the System $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$
 [Ref: Perry, J.H., Chemical Engineers' Handbook, Mc Graw Hill, (1963)]

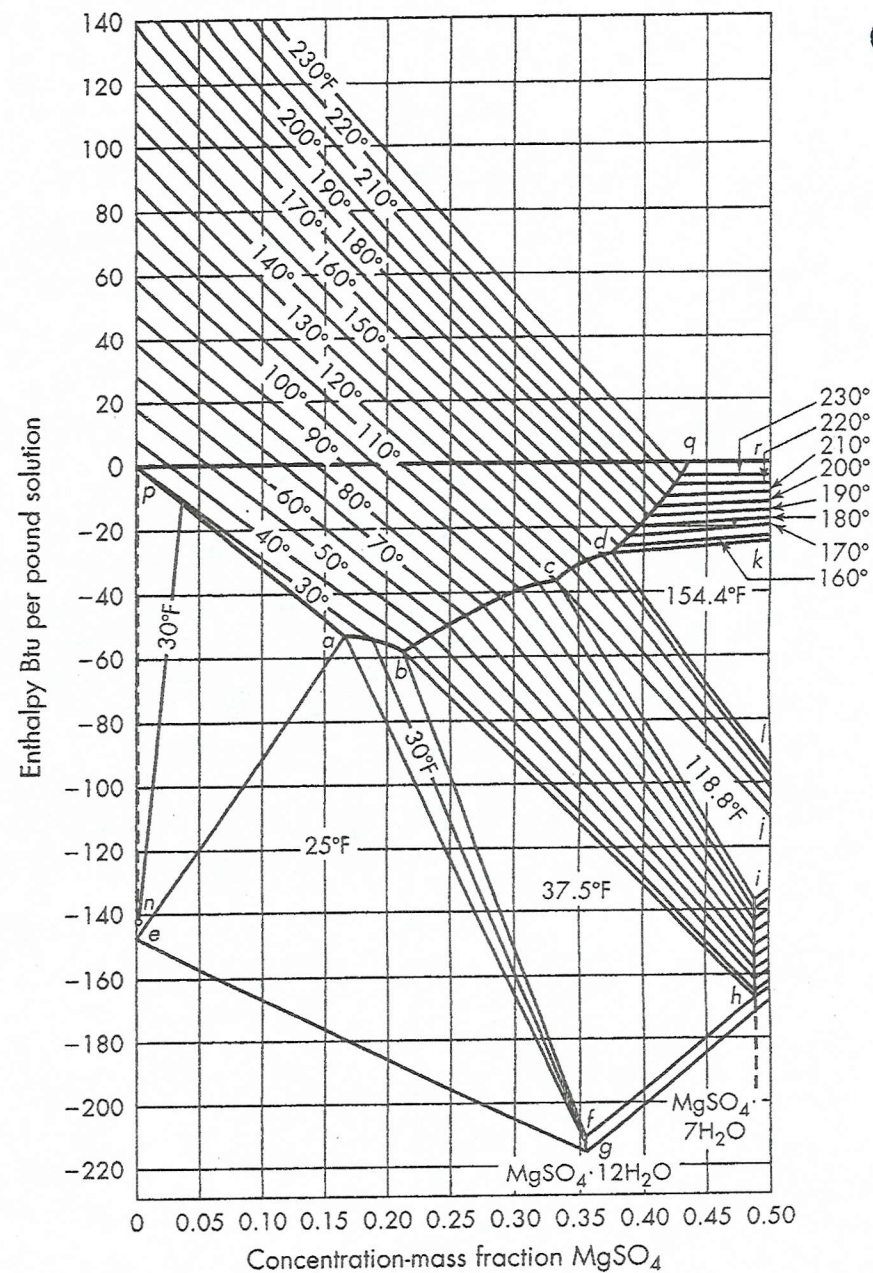


FIGURE 5.2

The Enthalpy-Concentration Diagram for
 the System $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ [Datum: 0°C]

[Ref: Perry, J.H., Chemical Engineers' Handbook, Mc Graw Hill, (1963)]